

Rec'd PCT/PTO 30 DEC 2004

PCT/DE 03/02134

BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND

10/519968



REC'D 14 AUG 2003

WIPO PCT

**Prioritätsbescheinigung über die Einreichung
einer Patentanmeldung**

Aktenzeichen:

102 34 349.7

Anmeldetag:

26. Juli 2002

Anmelder/Inhaber:

ROBERT BOSCH GMBH, Stuttgart/DE

Bezeichnung:

Magnetoresistives Schichtsystem und
Sensorelement mit diesem Schichtsystem

IPC:

H 01 L, G 01 R

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 11. Juli 2003
Deutsches Patent- und Markenamt
Der Präsident
Im Auftrag

Agurke

Best Available Copy

PRIORITY DOCUMENT
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH
RULE 17.1(a) OR (b)

A 9161
03/00
EDV-L

22.07.02 Kut

5

ROBERT BOSCH GMBH, 70442 Stuttgart

10

Magnetoresistives Schichtsystem und Sensorelement mit diesem Schichtsystem

Stand der Technik

20

Stand der Technik sind magnetoresistive Sensoren, deren Arbeitspunkt für den Einsatz z. B. in der Automobilanwendung durch verschieden erzeugte magnetische Hilfsfelder verschoben wird. Hier sind Felderzeugung durch montierte makroskopische Hartmagnete sowie der Einsatz von stromdurchflossenen Feldspulen bekannte Möglichkeiten.

25

In DE 101 28 135.8 ist ein Konzept erläutert, bei dem eine hartmagnetische Schicht in der Nähe sowie auf und unter einem magnetoresistiven Schichtstapel deponiert wird. Diese Schicht koppelt vorwiegend durch ihr Streufeld an die sensitiven Schichten.

30

Bekannt ist weiter, dass die Magnetisierung eines Systems aus hart- und weichmagnetischen Lagen gegenüber einer reinen hartmagnetischen Lage erhöht ist.

Aufgabe und Vorteile der Erfindung

35

Aufgabe der Erfindung ist die Verbesserung bestehender Möglichkeiten kostengünstig ein magnetisches Bias-Feld z. B. für magnetoresistive Sensoren zu generieren. Hierbei steht bei einer Integration einer hartmagnetischen Schicht die Koerzitivität, sowie das remanente Feld als beschränkender Parameter im Vordergrund. Zudem ergibt sich bei einer vertikalen Integration gemäß Figur 2 ein elektrischer Kurzschluss über die hartmagnetische Lage, die den GMR-Effekt sowie die Sensitivität eines solchen

40

magnetoresistiven Bauelements beschränkt. Ein erhöhtes Streufeld bei gleichzeitiger erhöhter Koerzitivität und dabei dünner hartmagnetischer Lage kann durch die Erfindung gewährleistet werden. Zudem bietet sich die Möglichkeit in gewissem Rahmen die Stärke des Streufeldes zu variieren. Des weiteren verhindert eine dünne weichmagnetische Schicht, die an eine hartmagnetische Schicht angekoppelt ist, die Entmagnetisierung der hartmagnetischen Schicht bei Anlegen eines äußeren Wechselfeldes durch Domänenstreufelder (sogenanntes "Creeping"). Dazu sei beispielsweise auf Phys. Rev. Lett., 84, (2000), Seite 1816 und Seite 3462, verwiesen

Ausführungsbeispiele

Wesentlich für die Erfindung ist die Deposition von hartmagnetischen Schichten mit einer ferromagnetisch austauschgekoppelten dünnen weichmagnetischen Lage. In einem bestimmten Schichtdickenregime vergrößert dabei die weichmagnetische Lage sowohl die Koerzitivität als auch gleichzeitig den Betrag des Streufeldes. Bezogen auf die gleiche Dicke erhöht die weichmagnetische Schicht den Betrag des Streufeldes überproportional entsprechend der hohen Sättigungsmagnetisierung. Damit ist das Gesamtsystem aus ferromagnetischem Hartmagnet/Weichmagnet bei gleichem generiertem Streufeld und gleicher oder höherer Koerzitivität dünner als eine rein hartmagnetische Schicht mit entsprechenden Parametern. Die geringe Dicke erhöht den elektrischen Widerstand und erhöht damit den GMR-Effekt. Zudem sind die hartmagnetischen Materialien im Vergleich zu den weichmagnetischen Materialien ein erheblicher Kostenfaktor der durch den erfindungsgemäßen Einsatz der weichmagnetischen Lagen reduziert werden kann. Dieses sogenannte "Exchange Spring System" verhindert die Entmagnetisierung des Hartmagneten bei anliegenden äußeren Wechselfeldern.

Konkret werden eine oder mehrere weichmagnetische Lagen (z. B. CoFe, Co, Fe, Ni, FeNi sowie magnetische Legierungen, die diese Materialien beinhalten) mit einer Dicke, die die gewünschten Eigenschaften einstellt im Bereich von 1 nm bis 50 nm, insbesondere 1 nm bis 10 nm auf oder unter einer hartmagnetischen Schicht (z. B. CoCrPt, CoSm, CoCr, CoCrTa, CoPt oder FePt) deponiert. Ebenfalls möglich sind Multilagen von weich- und hartmagnetischen

Schichten. Bei geeigneter Schichtdicke ergibt sich gemäß Figur 1 eine erhöhte Koerzitivität und erhöhte remanente Magnetisierung. Die Kurve 1 in Figur 1 ist eine Magnetisierungsmessung der reinen hartmagnetischen Schicht, Kurve 2 mit einer darauf abge-
5 schiedenen weichmagnetischen Lage, Kurve 3 mit einer dickeren weichmagnetischen Lage. Die ferromagnetisch gekoppelten weichen/harten Lagen werden als Doppel oder Multilage in der Nähe des magnetoresistiven Elementes (GMR-Element, Spin-Valve, CMR-Material, AMR-Material) deponiert. Technologisch vorteilhaft ist eine Deposition unterhalb, oberhalb oder neben dem Element .
10 Möglich ist auch eine in die magnetoresistive Schicht integrierte Anordnung. Im Übrigen weist in einem gekoppelten System aus weich- und hartmagnetischen Lagen bzw. Schichten bei Anlegen eines äußeren Feldes die weichmagnetische Lage eine chirale Magnetisierung auf, die bei Abschalten des äußeren Feldes in eine zu der hartmagnetischen Magnetisierung parallele Ausrichtung zurückspringt (siehe hierzu IEEE Trans. Magn., 27, (1991), Seite 3588). Die Magnetisierung der weichmagnetischen Lage wird kohä-
20 rent rotiert und nicht durch Domänen-nukleation ummagnetisiert. Somit können Streufelder anderer weichmagnetischer Lagen (Domänenstreufelder) in geringer Entfernung die hartmagnetische Lage nicht entmagnetisieren.

25 Die Figur 1 zeigt Magnetisierungskurven für eine hartmagnetische Schicht (1), eine hartmagnetische Schicht darauf dünne weichmagnetische Lage (2) und eine hartmagnetische Schicht darauf dickere weichmagnetische Lage (3). Die Figur 2 zeigt ein Ausführungsbeispiel bei vertikaler Integration von magnetoresistivem Element und dem hart-/weichmagnetischem System. Auch Multilagen von
30 weich-/hartmagnetischen Schichten sind möglich.

Das erläuterte erfindungsgemäße Konzept lässt sich problemlos in bestehende Sensorelemente oder Schichtsystem mit GMR Multilagen, Sensorelemente oder Schichtsystem nach dem Spin-Valve-Prinzip,
35 oder AMR oder CMR Sensorelemente oder Schichtsysteme oder Prozesse einfügen. Die Deposition der dargestellten Lagen ist unkritisch gegenüber bekannten Einflussfaktoren.

22.07.02 Kut

5

ROBERT BOSCH GMBH, 70442 Stuttgart

10

Patentansprüche

1. Magnetoresistives Schichtsystem, wobei in einer Umgebung, insbesondere auf, unter oder neben, eines auf der Grundlage des GMR- oder AMR-Effektes arbeitenden magnetoresistiven Schichtstapels eine Schichtanordnung vorgesehen ist, die ein Magnetfeld erzeugt, das auf den magnetoresistiven Schichtstapel einwirkt, und wobei die Schichtanordnung mindestens eine hartmagnetische Schicht und eine weichmagnetische Schicht aufweist.

20

2. Magnetoresistives Schichtsystem nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die hartmagnetische Schicht und die weichmagnetische Schicht ferromagnetisch austauschgekoppelt sind.

3. Sensorelement mit einem Schichtsystem nach Anspruch 1 oder 2.

22.07.02 Kut

5

ROBERT BOSCH GMBH, 70442 Stuttgart

10

Magnetoresistives Schichtsystem und Sensorelement mit diesem Schichtsystem

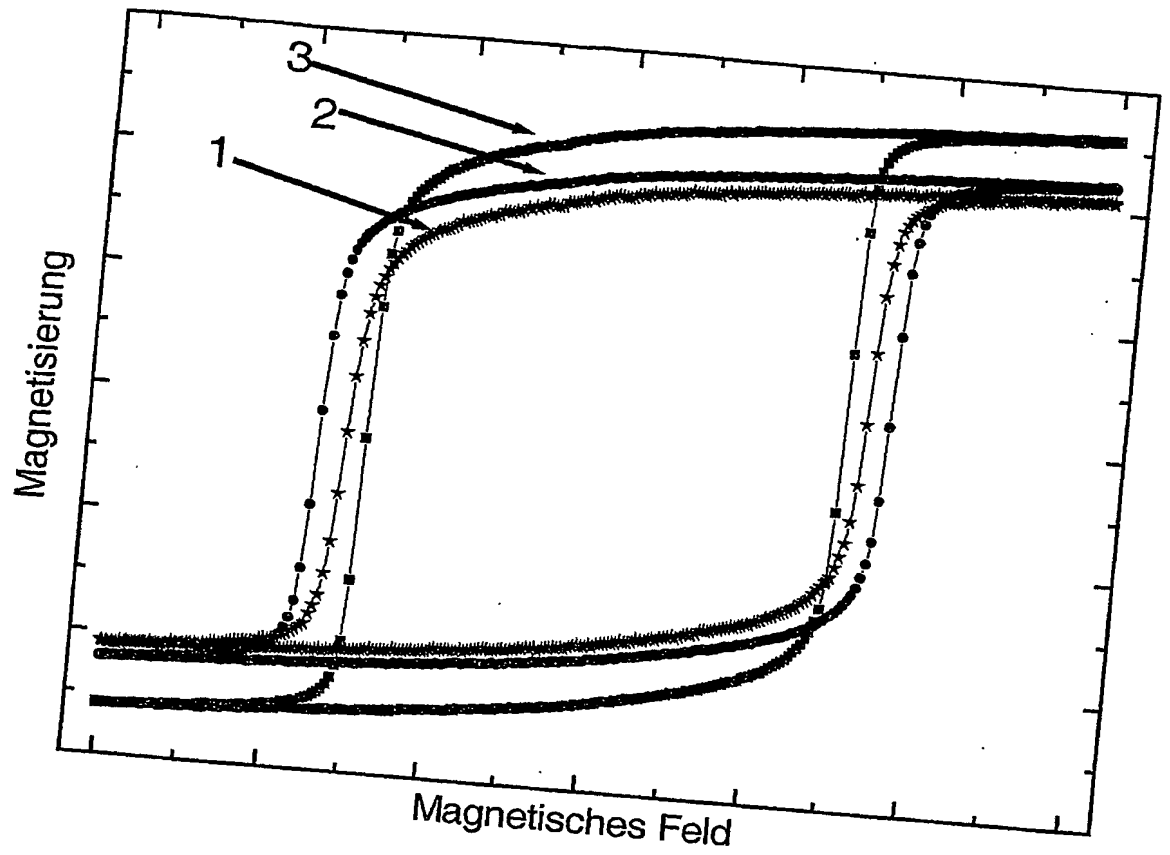
Zusammenfassung

20

Es wird ein magnetoresistives Schichtsystem vorgeschlagen,, wobei in einer Umgebung, insbesondere auf, unter oder neben, eines auf der Grundlage des GMR- oder AMR-Effektes arbeitenden magnetoresistiven Schichtstapels eine Schichtanordnung vorgesehen ist, die ein Magnetfeld erzeugt, das auf den magnetoresistiven Schichtstapel einwirkt, und wobei die Schichtanordnung mindestens eine hartmagnetische Schicht und eine weichmagnetische Schicht aufweist. Weiter wird ein Sensorelement mit einem solchen Schichtsystem vorgeschlagen.

25

Figur 2



Figur 1



Figur 2